

] î0 5r •
KAWASAKI STEEL GIHO
Vo2. (1970) No.1

>F Ç Ð î Ò b c ~ K œ4Š b 9,\$x%Ê'2

Experimental Study of Column -Beam Joint in the H- Frame

,¶5 ,e “

Hフレームの柱はり接合部の実験的研究

Experimental Study of Column-Beam Joint in the H-Frame

荻野英也*

Hideya Ogino

山口修一**

Shuichi Yamaguchi

田口武一***

Since 1968, Kawasaki Steel has been marketing its prefabricated steel gable with H-shapes by the name of "H-Frame".

This report deals with the experimental study of the column-beam joint of the H-Frame.

In the experiment we tested two specimens without haunch and four specimens with haunch in order to make clear the following points:

- (1) The effects of the haunch.
- (2) The effects of the stiffness at haunch's beginning point.
- (3) The behavior of web in panel zone.
- (4) The strength of welding part in joint.

The result of the above experiment was found very useful for the H-Frame design.

1. まえがき

めたものを一部採用しているが、この力学的性状を知り合理的設計に資するため、実験研究を行った。

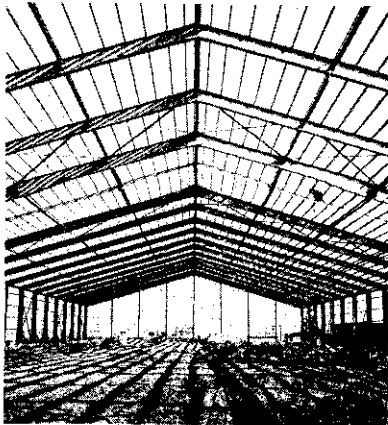
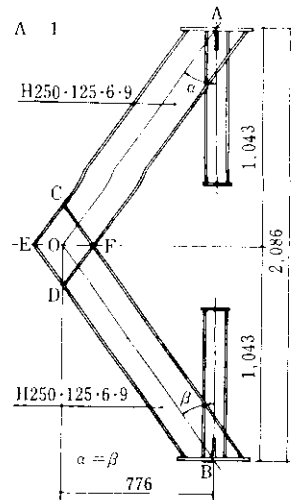
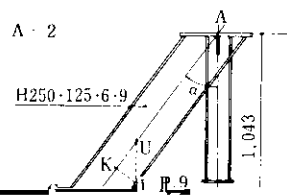


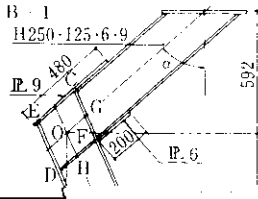
写真 1 Hフレーム



2. 試験体および実験方法

2.1 試験体





ハンチをもち、A-3、B-3は、さらにハンチ始端の柱はりウェブをリブで補強している。

2.2 実験方法

載荷時 図2に示すように試験体の上下端に内

表 2 試験体および載荷一覧表

試験体番号	試験体形状	載荷
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

の変形が増大した。最大荷重は $P_{max} = 20.8 \text{ t}$ である。

B-3では2サイクル正荷重の19.5tで柱ハンチ付根のフランジが座屈を生じた。3サイクル目正荷重で破壊に至らしめた。フランジおよびウェブ

が同時に座屈した。最大荷重は $P_{max} = 19.73 \text{ t}$ である。

図6, 7はそれぞれ、試験体 A-1, A-2, およびB-1, B-2についての荷重 P とパネルゾーンの角度変化 γ との関係を示したものである。

図8, 9はそれぞれ試験体 A-2, A-3 およびB-2, B-3について荷重 P とハンチフランジの歪みの関係を示したものである。

なおすべての試験体の溶接部には全く異常はみられなかった。

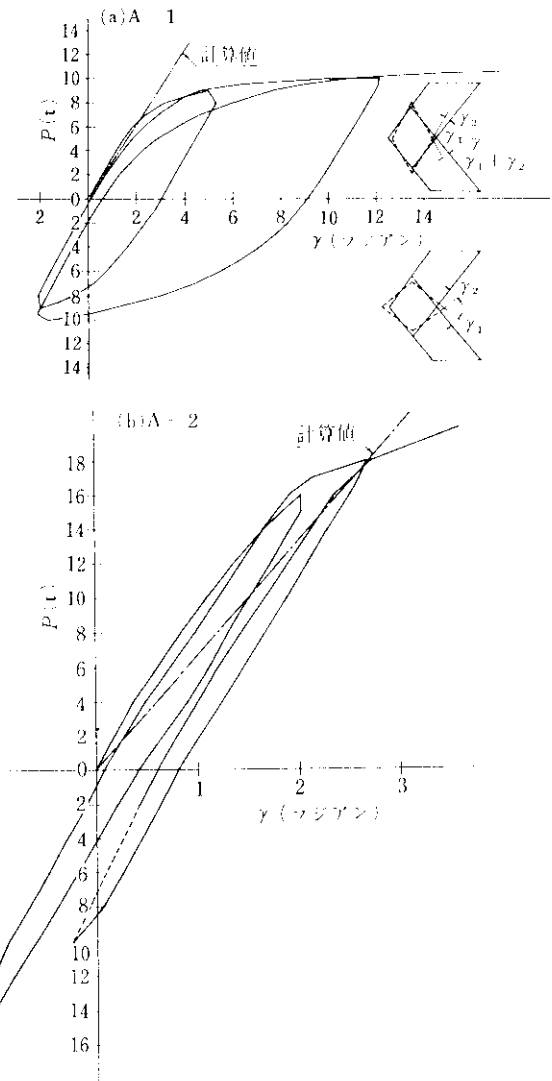
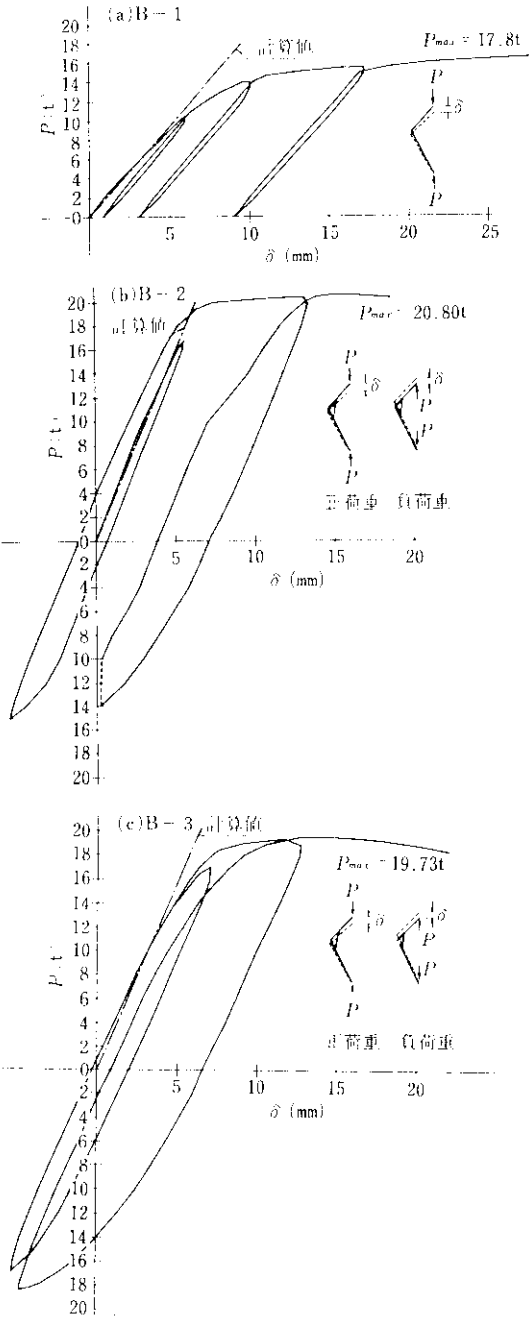


図6 試験体B-1, B-2, B-3の荷重-変位曲線

図7 試験体A-1, A-2の荷重-パネルゾーン角度変化曲線

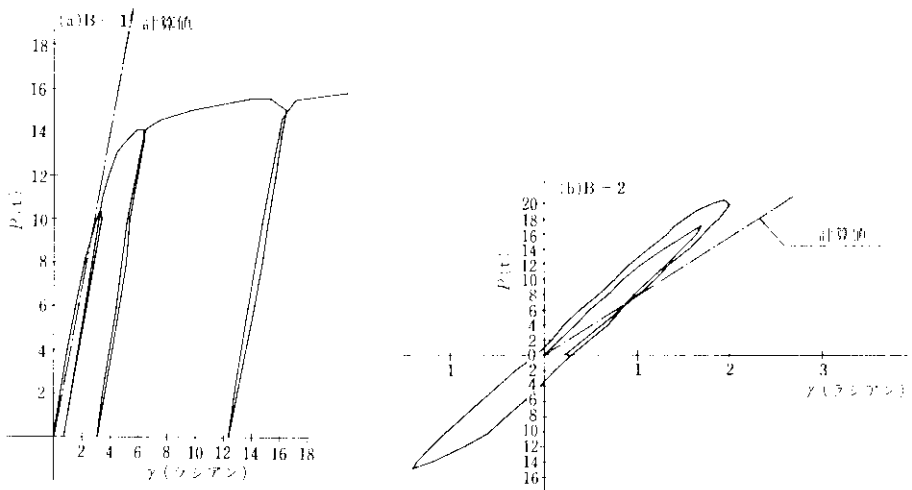
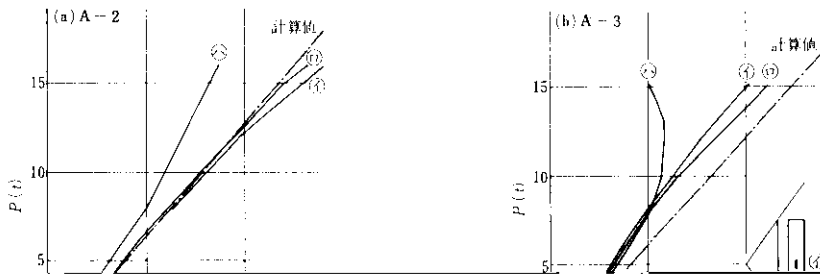


図 7 試験体Bの荷重・パネルゾーン角度変化曲線



4. 降伏荷重終局耐力および変形の計算

4.1 試験体 A-1

(1) 柱はりの降伏荷重

図1, A-1において, AO, BOを材軸とする。

GおよびHにおける曲げモーメント M , 軸方向力 N , 応力度 σ および $\overline{AG} = \overline{BH} = l$ とすると

$$M = Pl \sin \alpha = 69.79 P \text{ (t cm)} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$N = P \cos \alpha = 0.802 P \text{ (t)} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{Z} \dots\dots\dots(4.3)$$

A: 部材の断面積

Z: 部材の断面係数

となり σ に部材の降伏点 2.94 t/cm^2 を入れると柱はりの降伏荷重 P_V が求まる。

$$P_V = 12.42 \text{ (t)} \dots\dots\dots(4.4)$$

(2) 柱はりの終局耐力

部材の全断面が, 軸方向力および曲げモーメントをうけて降伏点に達した場合, 終局耐力とす

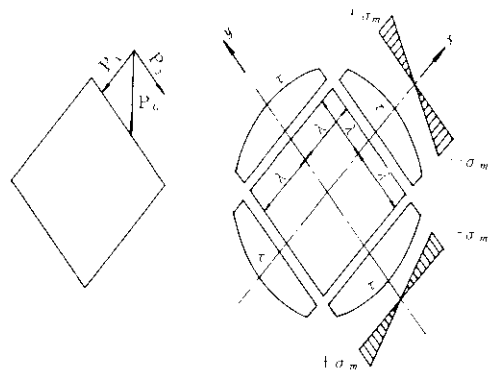


図10 パネルゾーンの境界条件

図10のごとく仮定する。Airyの応力関数 F を

$$F = \frac{\sigma_m}{12} \left(\frac{x^3 y}{\lambda^2} + \frac{xy^3}{\lambda^2} - \frac{x^3}{\lambda} + \frac{y^3}{\lambda} \right) - \left(\frac{Q}{2t\lambda} + \frac{\sigma_m}{3} \right) xy \dots\dots\dots(4.6)$$

ただし

λ : パネルゾーンの一辺の長さの1/2

t : パネルゾーンの厚さ

生ずるものとするれば、この点において、

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{2Iz} + \frac{\sigma_m}{3} = 2.03 P \dots\dots\dots(4.9)$$

となり、また断面形状係数はエネルギー法より

$$u = \frac{1}{E} \left\{ \frac{\sigma_m}{4\lambda^2} (1-\nu)x^2y + \frac{\sigma_m\nu}{4\lambda} x^2 + \frac{\sigma_m}{2\lambda} xy \right\} + f(y)$$

は(4.9)式より

$$PPr = 8.36 (t) \dots\dots\dots(4.10)$$

と求まる。

(4) パネルゾーンの終局耐力

となる。また

$$r_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

であるから、これから次の関係が得られる。

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial y} = \dots$$

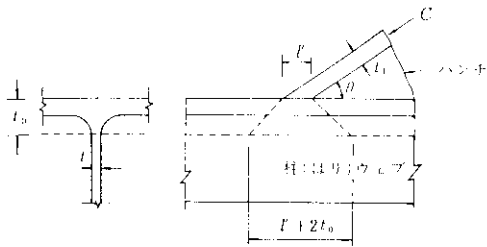


図 11 ハンチからの応力

向力、曲げモーメントおよびせん断力を表わす。
 k は形状係数である。積分は図 1 A-1 において A から G まで行なり。これを計算すると、次のようになる。

ハンチのフランジを方杖とみなして計算する。試験体に荷重 P が働いたとき、ハンチのフランジには軸方向力 C が導入される。 C を仮想仕事の定理から求めると、

$$C = 1.512 P \quad \dots\dots\dots(4 \cdot 22)$$

となる。ハンチフランジの断面積を nA_F とするとハンチの降伏荷重 nP_Y は

$$\frac{C}{nA_F} = \sigma_Y = 2.81 \text{ (t/cm}^2\text{)}$$

より

$$nP_Y = 16.73 \text{ (t)}$$

が求まる。

(4) パネルゾーンの角度変化

パネルゾーンの角度変化を γ 、パネルゾーンに働くせん断力 Q 、および曲げモーメントを σ_m とす

はりの変位 δ_B も同様で

$$\delta_B = \delta_A$$

パネルゾーンの角度変化による AB 間の変位を $\delta\gamma$ とし、図 1 において $\overline{AG} = l$ 、 $\overline{FG} = s$ とすれば、

$$\delta\gamma = \gamma l \sin \alpha - \gamma s \sin \beta$$

ると、図 1 において $\overline{AG} = l$ 、 $\overline{AU} = m$ とすれば

$$Q = \frac{Pl \sin \alpha - C(l - m) \sin \theta}{I} \times \frac{H}{2} \times A_F = \frac{1}{2} \frac{(P - C) \sin \alpha}{\cos(\pi/2 - 2\alpha)} = 2.024 P - 0.633 C \quad \dots\dots\dots(4 \cdot 23)$$

$$Pl \sin \alpha - C(l - m) \sin \theta \dots H$$

したがって全体の変位 δ は

$$\delta = \delta_A + \delta_B + \delta\gamma = 69.48 \times 10^{-3} P \text{ (cm)} \quad \dots\dots\dots(4 \cdot 19)$$

図 4 の計算値は(4・19)による。

4・2 試験体 A・2、A・3

$$\times \cos\left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha\right) = 0.192 P - 0.077 C \quad \dots\dots\dots(4 \cdot 24)$$

(4・16)式から

$$\gamma = \frac{5}{3E} \sigma_m + \frac{1}{G} \frac{Q}{2l\lambda} = 0.150 \times 10^{-3} P \quad \dots\dots\dots(4 \cdot 25)$$

応力集中から決まる耐力 wP は

$$wP = 12.85 (t) \dots\dots\dots(4\cdot28)$$

となる。

4・3 試験体 B-1

(1) 柱はりの降伏荷重

図 2B-2 において AO, BO, を材軸として, H 点における曲げモーメント M , 軸方向力 N は次式で表わされる。部材の降伏は H を通る断面で生ずるものと考えられる。 $\overline{BH} = l$ とおけば

$$M = Pl \sin \beta = 62.43 P (tcm)$$

$$N = P \cos \beta = 0.912 P$$

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{Z} = \sigma_Y$$

より部材降伏荷重 P_Y が求まる。

$$P_Y = 13.55 (t) \dots\dots\dots(4\cdot29)$$

(2) 柱はりの耐力 P_B は

$$Q_x = \frac{M_G}{I} \times \frac{H}{2} \times A_F - \frac{P_1}{2} = 1.7237 P$$

$$Q_y = \frac{M_H}{I} \times \frac{H}{2} \times A_F - \frac{P_2}{2} = 1.6967 P$$

$$\dots\dots\dots(4\cdot32)$$

また材軸に直交し, G を通る断面, H を通る断面に曲げモーメントにより生ずるフランジ応力度 σ_{mG}, σ_{mH} は,

$$\sigma_{mG} = \frac{M_G}{I} \times \frac{H}{2} \times \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta\right)$$

$$= 0.159 P$$

$$\sigma_{mH} = \frac{M_H}{I} \times \frac{H}{2} \times \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta\right)$$

$$= 0.171 P$$

$$\dots\dots\dots(4\cdot33)$$

応力関数を F とすると

$$F = \frac{\sigma_{mH}}{2\lambda t} + \frac{\sigma_{mG}}{12} + \frac{\sigma_{mH}}{3} + \frac{\sigma_{mG}}{3}$$

A-1 と同様にして終局耐力 P_B が求まる。

$$P_B = 16.08 (t) \dots\dots\dots(4\cdot30)$$

(3) パネルゾーンの降伏荷重

荷重 P をパネルゾーンの周辺 C.E., C.F. に平

$$-\left(\frac{Q_x}{2\lambda t} + \frac{3\sigma_{mG} + \sigma_{mH}}{12}\right)xy \dots\dots\dots(4\cdot34)$$

F は適合条件式 (4・7) を満足し, また

剛性が考慮されていないことに原因するものと考えられる。

実験においては、弾性範囲内では、ほとんど効果がなかった。終局耐力に対しても、ほとんど関係

曲線から判断するかぎり、補強リブの効果はあまり

であると考えられる。

に比し大きい、B-3の勾配は、B-2の勾配に比し小さい。また最大荷重も、A-3はA-2より大であるが、B-3はB-2より小さい。このことから弾性範囲内においては、補強リブの効果はあまりないと思われる。ただし、柱はりのウェブ

た。溶接部の補強を施さない試験体Aにおいても、溶接部の降伏、破壊がみられなかったことは、Hフレームの柱はり継手の突合わせ溶接部分に用いている補強プレートは省略出来ることを示している。

(4) 試験体の計算式に従って、各サイズ